

УДК 332.13:632.531

І.О. Рибалка

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕНЬ ВІД ВПЛИВУ ОМЕЛИ БІЛОЇ (*VISCUM ALBUM L.*)

Зелені насадження є невід'ємною частиною культурного ландшафту сучасного міста. Одним із факторів, які здатні негативно впливати на життєвість дерев лісових та міських насаджень, є омела біла. Представлено результати оцінки економічної ефективності технології захисту насаджень від впливу цієї рослини-напівпаразита, а також показано, наскільки знижуються екосистемні функції у інфікованих рослиною-напівпаразитом дерев.

Ключові слова: зелені насадження, омела біла, технологія захисту насаджень, екосистемні функції.

Постановка проблеми

Зелені насадження в умовах міст створюють сприятливі умови для проживання людини. Вони виконують продукційні (накопичення біомаси, генетичне резервування, медичне застосування), регулюючі (газообмінні процеси, кліматичні зміни, процеси водообміну, протидія ерозії, вплив на ґрунти, зниження шуму, очищення відходів) та соціально-культурні (дослідницькі, декоративне використання, культурно-історична спадщина, джерело мистецького натхнення) функції [1, 2]. Наприклад, у США екосистемні функції 1 га лісонасаджень науковці оцінюють у \$300 на рік [3].

Разом із тим, у містах формуються численні несприятливі фактори, які здатні негативно впливати на життєвість дерев. Одним із них є враження зелених насаджень омелою білою (*Viscum album L.*) [4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вважається, що омела спричиняє суттєве зниження енергії росту, втрату декоративності та врожайності деревних культур, а також є причиною зниження довговічності насаджень: призводить до часткової або суцільної суховерхості та поступового усихання дерев [5].

На сьогодні заходи щодо стабілізації та поліпшення стану довкілля у зв'язку з її інтенсивною інвазією є нагальними для м. Київ, м. Харків, м. Львів, м. Івано-Франківськ, м. Біла Церква, м. Житомир, м. Обухів, м. Полтава, м. Умань, м. Черкаси тощо, про що свідчать численні публікації у науковій і популярній літературі [6, 7].

Загострення екологічної небезпеки від надмірного поширення омели білої в Україні, в першу чергу, пов'язано з тим, що протягом

тривалого часу питанню ураження дерев цією рослиною не надавали належного значення [8].

В той же час, стрімке розповсюдження подібних видів у деревостанах може нести значні економічні збитки: наприклад, щорічні збитки від поширення омели карликової (*Arceuthobium douglasii Engelm.*) у лісонасадженнях Заходу США сягають \$1,4 млрд. Для кількісної ілюстрації вказаного ефекту на природні екосистеми розроблено імітаційну математичну модель, рис. 1 [9].

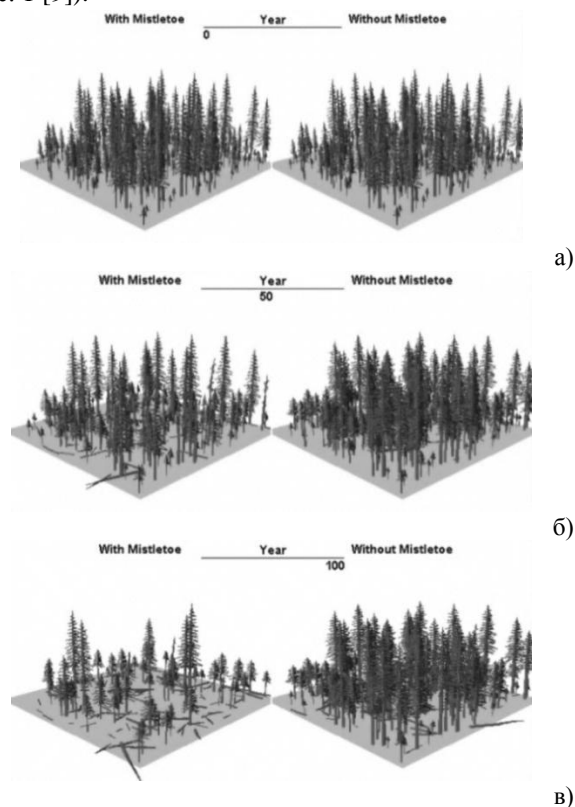


Рис. 1. Динаміка зміни екосистеми хвойного лісу, в який проникла омела: а) – поява омели на деревах; б) – екосистеми через 50 років; в) – екосистеми через 100 років [9]

Для боротьби з омелою використовують механічні, хімічні та біологічні методи. При цьому Н. Таран та ін. зазначають [10], що проведення подібного роду досліджень є дуже складним, оскільки дерево-живитель, на якому паразитує омела, в результаті має залишитися живим та максимально неушкодженим.

Над розробкою хімічних препаратів для захисту дерев від місцевих видів омели працюють іспанські та угорські дослідники, біологічні методи контролю (зокрема вплив на омелу грибів-надпаразитів) активно вивчають у Туреччині. Роботи над розробкою комплексних рекомендацій щодо управління місцевими видами омели ведуть в Індії, де нині напівпаразит безконтрольно розповсюджується та завдає вагомої шкоди плодовим садам [11].

В Україні заходи щодо регулювання поширення омели білої в насадженнях відображено у нормативнім документі «Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України» [12]. Вони полягають у механічному видаленні уражених рослиною-напівпаразитом гілок (із кущами омели, які не плодоносять, на 5 – 7 см, а з плодоносними – не менше 15 – 20 см нижче місця прикріплення її до гілок) або ж повне видалення дерева при ураженні крони більш ніж на 60 %.

У той же час науковці Національного лісотехнічного університету України А. І. Івченко, О. П. Божок, І. М. Пацура, Л. Б. Коляда та В. О. Божок, зазначають [13], що заходи для боротьби з омелою, рекомендовані «Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України» науково необґрунтовані (як відносно розміру основи гілки, яку потрібно видаляти разом із кущем омели, так і щодо підходу видаляти дерево повністю чи проводити санітарне обрізування його крони), що є однією із причин низької результативності боротьби з її інвазійним поширенням.

Дослідження, проведені впродовж 12 років (із 2006 р. по 2017 р.) на території м. Харків, дозволили розробити технологію захисту насаджень від впливу омели білої [14]. Вона складається із теоретичного – моніторинг поширення, прогноз змін чисельності, – та практичного – діагностика стану насаджень, висаджування стійких до враження омелою видів дерев, правильна обрізка інфікованих гілок – блоків, які взаємно доповнюють один одне. Однак оцінку економічної ефективності запропонованої технології не проводили, що і обумовлює актуальність даного дослідження.

Мета даного дослідження – оцінити економічну ефективність технології захисту зелених насаджень від впливу омели білої (*Viscum album L.*) для вирішення завдань екологічного менеджменту.

Виклад основного матеріалу

В якості модельного виду для оцінити економічної ефективності розробленої технології було обрано тополлю канадську (*Populus deltoides Moench.*), яка досить широко використовується в зеленому будівництві та наразі потерпає від впливу омели в багатьох населених пунктах України. В роботі застосовано метод сценаріїв, при розробці яких спиралися на відомості, опубліковані у відповідних літературних джерелах [15, 16 тощо].

При визначенні впливу омели на екосистемні функції тополі канадської спиралися на результати досліджень впливу омели на приріст зеленої біомаси, які представлено в [17], а також на експертні оцінки, наведені у відповідних літературних джерелах [18, 19 тощо]. Загалом було оцінено вплив омели на (1) виділення кисню (O_2), (2) поглинання вуглекислого газу (CO_2), (3) осадження пилу, (4) поглинання діоксиду сірки (SO_2) і (5) виділення фітонцидів деревами модельного виду-живителя.

Моделювання сценаріїв управління популяцією омели. Розглянемо дерева-живителі омели із різним ступенем ураження: індекс чисельності становить «2», «5» і «7». Початкова умова: тип популяції омели за динамікою – «що стабілізується» (K111); коефіцієнт розмноження популяції $\lambda = 0,0735$ (характерно для центральної частини м. Харків [20]); вік дерев – 40 років (у 60-річному віці, згідно нормативним документам, досягають технічної зрілості); горизонт прогнозування – 20 років.

Модельні сценарії управління популяцією омели представлено на рис. 2.

Сценарій 1.	Сценарій 2.
Популяція омели безконтрольно розмножується	Механічне видалення інфікованих омелою гілок

Рис. 2. Модельні сценарії управління популяцією омели

Сценарій 1 передбачав відсутність втручання з боку людини у розвиток популяції омели. При цьому під час його розробки враховували витрати на видалення дерев-живителів омели при досягненні ними 60-річного віку (спилування, розпилування на частини, розколювання), викорчовування пнів, очистку ділянки від сміття, а також його вивіз, вартість від продажу деревини, а починаючи з року $t + 10$ від моменту розробки сценарію у році t – (1.1) витрати на підготовку ділянки для висадки саджанців (видалення бур'янів, вирівнювання ділянки, обробку ділянки гербіцидами), на

придбання саджанців (стандартних саджанців 5-річного віку тополі сріблястої (*Populus x canescens* (Alt.) Smith)) та їх висаджування і полив. У такому разі при досягненні деревом-живителем технічної зрілості їх вік уже становитиме 15 років.

В якості можливої альтернативи було розглянуто (1.2) висадку молодого дерева з грудкою ґрунту (широко застосовується в містах) через 20 років від моменту розробки сценарію у році t . У такому разі (аналогічно (1.1)) враховували витрати на видалення дерева-живителя омели, підготовку ділянки (але вже значно більшої площі), придбання молодого дерева (вартість якого значно перевищує вартість саджанців), його висадку і полив (у значно більших об'ємах, ніж це передбачено для саджанців).

Економічні затрати за сценарієм (1.1) за 20 років становитимуть \$414 (11256 грн., у цінах 2017 року), а за сценарієм (1.2) – \$1373 (37295 грн.).

Із застосуванням матричної моделі динаміки чисельності популяції омели при цьому було встановлено, що за сценарієм (1.2) кількість омели на деревах зростає у два рази, особливо критичною ситуація буде для дерев-живителів із індексами ураження 5 і 7 (на яких чисельність омели зростає близько до 140 кущів і 550 кущів відповідно). В такому разі впродовж тривалого часу матимемо постійно функціонуючий осередок омели.

Сценарій 2 передбачав слабе, оптимальне і надмірне механічне видалення уражених омелою гілок. Слабкою вважалася обрізка, при якій «сплячі бруньки» омели залишалися у гілках. Так, омела здатна до вегетативного розмноження (щорічний приріст її кортикальних пасм, на яких формуються «сплячі» бруньками, становить 0,75 см, рис. 3 [21], що саме і не враховано у «Правилах утримання зелених насаджень у населених пунктах України»), тому було зроблено припущення, що при механічному видаленні уражених рослиною-напівпаразитом гілок «сплячі» бруньки залишатимуться нижче зрізу і за відносно короткий термін спричинять повторне масове ураження дерева (що, власне, і мали на увазі дослідники зі Львова [13]).

Так, для дерев-живителів із індексом чисельності 2 (як правило, омела росте розосереджено) припускалося, що після обрізки гілок зі старими кущами, які дають найбільший приріст «сплячих бруньок», нижче зрізу залишається хоча б одна «спляча брунька» з одного старого куща; для дерев-живителів із індексом чисельності 5 – при першій обрізці підхід був аналогічним, а при другій обрізці – враховували лише 20 % від можливої кількості «сплячих бруньок» (оскільки, за результатами математичного моделювання росту чисельності популяції омели,

поява старих кущів омели не очікувалася); для дерев-живителів із індексом чисельності 7 (ростуть, як правило купчасто) при першій обрізці вважається, що від старих кущів нижче зрізів залишиться лише 67 % «сплячих бруньок», при другій обрізці – 20% від можливої кількості.

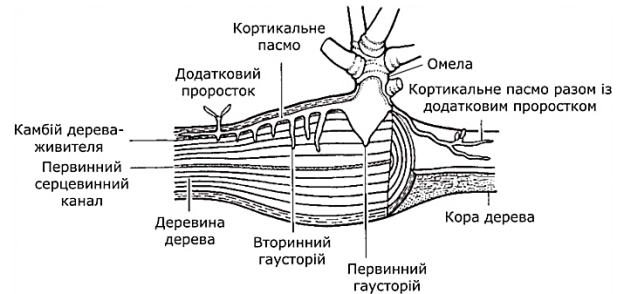


Рис. 3. Багаторічна омела на дереві-живителі: розвиток «ендофітної системи» рослини. Зліва показано повздовжній розріз, справа – поперечний вигляд із частково видаленою корою [21]

Оптимальною вважалася обрізка, проведена за розробленою технологією. При цьому слід зазначити, що при досягненні деревами-живителями 60-річного віку за вказаним сценарієм вони були замінені на менш уразливий до впливу омели вид – дуб звичайний (*Quercus robur* L.).

Надмірною вважалася обрізка, коли видаляється більш ніж 60 % крони дерева, що зараз повсюдно зустрічається у містах України (рис. 4). Вона спричинює суттєве порушення добре сформованого природним шляхом співвідношення розміру кореневої системи до розміру крони. Нові паростки, які після гострого періоду стресу швидко продукують дерево у великій кількості, є набагато слабкішими, ніж сформовані за нормального зростання. Великі зрізи після формування крони дерева потребують багато часу для загоювання. При цьому вони досить вразливі до ураження комахами-шкідниками і гниллю. Як наслідок, виникає необхідність у додатковому технічному обслуговуванні дерев. У даному дослідженні, додаткові витрати при надмірній обрізці крони склали 25 %.

Враховуючи, що при досягненні 60-річного віку дерева-живителі підлягали видаленню, за сценарієм 2 було передбачено, починаючи з року $t + 10$ від моменту розробки сценарію у році t , (2.1) витрати на підготовку ділянки для висадки саджанців і їх висаджування, як можлива альтернатива – (2.2) висадка молодого дерева з грудкою ґрунту (широко застосовується в містах). Витрати на видалення дерева співпадали з витратами у сценарії 1.



Рис. 4. Боротьба з омелою у населених пунктах України (на прикладі м. Харків)

Економічні затрати за сценарієм 2 за 20 років представлено у табл. 1 – 2.

Таблиця 1

Економічні збитки за сценарієм 2.1*

Індекс чисельності омели	Обрізка дерев		
	Слабка	Оптимальна	Надмірна
2	\$418 (11356 грн.)	\$418 (11356 грн.)	\$541 (14695 грн.)
5	\$433 (11756 грн.)	\$425 (11556 грн.)	\$548 (14882 грн.)
7	\$446 (12106 грн.)	\$431 (11706 грн.)	\$548 (14882 грн.)

Примітки: * – В цінах 2017 року.

Таблиця 2

Економічні збитки за сценарієм 2.2*

Індекс чисельності омели	Обрізка дерев		
	Слабка	Оптимальна	Надмірна
2	\$1376 (37395 грн.)	\$1376 (37395 грн.)	\$1739 (47244 грн.)
5	\$1384 (37595 грн.)	\$1384 (37595 грн.)	\$1746 (47431 грн.)
7	\$1404 (38145 грн.)	\$1389 (37745 грн.)	\$1746 (47431 грн.)

Примітки: * – В цінах 2017 року.

При цьому на деревах-живителях з індексом чисельності 2 популяція омели зростатиме поступово і за умови стабільності зовнішніх умов впродовж наступних 20 років повторна обрізка гілок взагалі буде не потрібна (максимальна кількість кущів омели, очікувана через вказаний період із урахуванням першої обрізки в році t , становитиме 7 кущів).

На деревах-живителях з індексом чисельності 5 популяція омели зростатиме більш стрімко, але за умови стабільності зовнішніх умов впродовж наступних 20 років необхідно буде провести всього одну повторну обрізку (так, через 11 років після першої обрізки у році t на дереві з'явиться близько 30 кущів омели, а у році $t + 20$, уже після другої обрізки, – близько 10 кущів).

На деревах-живителях з індексом чисельності 7 популяція омели зростатиме найбільш стрімко, але за умови стабільності зовнішніх умов впродовж наступних 20 років необхідно буде провести, аналогічно випадку вище, також лише одну повторну обрізку (відтак через 10 років після першої обрізки у році t на дереві з'явиться близько 80 кущів омели, а у році $t + 20$, тобто уже після другої обрізки, – близько 25 кущів).

Вплив омели на екосистемні функції. У ході дослідження встановлено, як знижуватимуться екосистемні функції дерева-живителя омели у порівнянні зі здоровим деревом (контроль).

Прийmemo, що вік модельних дерев (здорового та інфікованого) становить 40 років. Початкова умова для дерева-живителя: кущі омели рівномірно розміщені по периферії крони, тип популяції за динамікою – «однорікова із середньовіковими рослинами» (K010) [11].

Розрахунки екосистемних функцій дали такі результати:

- кількість кисню, що продукує здорове дерево за вегетаційний період (травень – вересень) становить 278 кг для здорового дерева (контроль), і 213 кг – для інфікованого;
- кількість поглинутого CO_2 – 45 кг і 34 кг відповідно;
- загальна кількість осадженого пилу – 35 кг і 27 кг;
- кількість поглинутого SO_2 – 180 г і 138 г;
- кількість фітонцидів – 3002 кг і 2297 кг.

Висновки

Проведено оцінку економічної ефективності технології захисту зелених насаджень від впливу омели білої. З еколого-економічної точки зору найбільш вигідним є сценарій 2.1 з оптимальною обрізкою омели та за умови поступової заміни дерев-живителів саджанцями.

Дотримання чинних «Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України», а також надмірна обрізка гілок на дерева-живителях спричинює додаткові витрати.

На прикладі модельного виду тополі канадської оцінено вплив омели на екосистемні функції дерев в умовах міста.

Враховуючи, що омела біла має свій асиміляційний апарат і здатна накопичувати пил,

рідкісноземельні елементи тощо, подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення її впливу на екосистемні функції зелених насаджень.

Подяки. Автор висловлює подяку Ю. І. Вергелесу та А. П. Полив'янчуку за безцінну допомогу при підготовці даної статті.

Література

1. Капелюш, Н. В. Вплив аерогенного забруднення на показники асиміляційного апарату деревних рослин міста Запоріжжя [Електронний ресурс] / Н. В. Капелюш. – Режим доступу : <http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2012/bio-3-2012/111-115.pdf> – 22.09.2017.
2. Петрович, О. З. Полезахисні лісосмуги в контексті впровадження концепції екосистемних послуг [Текст] / О. З. Петрович // *Екосистемы, их оптимизация и охрана*. – 2014. – №11. – С. 42–49.
3. Касимов, Д. В. Некоторые подходы к оценке экосистемных функций (услуг) лесных насаждений в практике природопользования [Текст] / Д. В. Касимов, В. Д. Касимов. – М.: Мир науки, 2015 – 91 с.
4. Левон, Ф. М. Створення зелених насаджень в умовах урбанізованого середовища: вимоги, лімітуючі чинники, шляхи оптимізації [Текст] / Ф. М. Левон // *Науковий вісник Українського державного лісотехнічного університету*. – 2003. – №13(5). – С. 157–162.
5. Миняева, О. Распространение омелы и борьба с ней (США) [Текст] / О. Миняева. – М.: Наука, 1975. – 34 с.
6. Василенко, І. Д. Боротьба з омелою на деревах тополі у зеленій зоні Білої Церкви / І. Д. Василенко, Л. М. Філіпова, Я. Д. Фучило // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2013. – №23(12). – С. 31–38.
7. Житово, А. В. Стан полезахисних смуг в агроландшафтах півдня Київщини / А. В. Житово // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2016. – №26(1). – С. 12–18.
8. Програма захисту природних рослинних ресурсів Львівської області від фітошкідників на 2013–2014 роки, затверджена рішенням обласної ради від 20.06.2013 №796 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiQ47XA3u3XAhUDSJoKHRPeBCwQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fflora.gov.ua%2Fupload%2Fusers_files%2F27%2Fupload%2Fpr_zahyst_pr_res.pdf&usg=AOvVaw2VgoHOcZDI5fVj6GIGES3L – 17.11.2017.
9. Dwarf mistletoes (n.d.). Retrieved from <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/miscellaneous/Pages/Dwarfmistletoes.aspx> – 25.11.2017.
10. Таран, Н. Ю. Біологія розвитку *Viscum album L.* та екологічний моніторинг її поширення в лісонаркових біоценозах / Н. Ю. Таран, Н. Б. Светлова, Л. М. Бацманова, В. З. Улинець, В. В. Ганчурін // *Український ботанічний журнал*. – 2008. – №2. – С. 242–251.
11. Рибалка, І. О. Прикладні аспекти екологічного менеджменту популяції омели білої (*Viscum album L.*) на урбанізованих територіях (на прикладі м. Харків) [Текст] / І. О. Рибалка // *Біологічні студії*. – 2016. – №3(4). – С. 141–154.
12. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України (від 10.04.2006) / Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06/page2> – 25.11.2017.
13. Івченко, А. І. Особливості організації результативної боротьби з омелою білою / А. І. Івченко, О. П. Божок, І. М. Пацура, Л. Б. Коляда, В. О. Божок // *Науковий вісник НЛТУ України*. – 2014. – №24(5). – С. 13–18.
14. Рибалка, І. О. Методичні рекомендації для підвищення рівня екологічної безпеки насаджень в умовах стрімкого розповсюдження омели білої [Текст] / І. О. Рибалка – Х. : Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, 2017. – 35 с.
15. Обрезка сада. Прайс-лист на обрезку сада, спил деревьев в Харькове в 2017 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obrezka-sada.in.ua/price.html> – 25.11.2017.
16. Прайс-лист, цены от компании Грин Крона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://greencrona.com.ua/tseny.html> – 25.11.2017.
17. Рибалка, І. О. Дослідження впливу омели білої (*Viscum album L.*) на приріст біомаси дерев (на прикладі тополі канадської, *Populus deltoides Moench.*) / І. О. Рибалка, Ю. І. Вергелес // *Журнал «Екологічна безпека та збалансоване природокористування»*. – 2017. – №2. – Подано до друку.
18. Дендрологія [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k1335&T=02_2&lng=1&st=0 – 25.11.2017.
19. Экология города [Текст] : учебник / под общ. ред. Ф. В. Стольберга. – К. : Либра, 2000. – 464 с.
20. Бараннік, В. О. Матрична модель прогнозу динаміки популяції омели білої у міському ландшафті / В. О. Бараннік, Ю. І. Вергелес, І. О. Рибалка // *Наук.-техн. зб. Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова. Коммунальное хозяйство городов. Сер. «Технічні науки й архітектура»*. – 2010. – №93. – С. 392–396.
21. Zuber, D. (2004) Biological flora of Central Europe: *Viscum album L.* *Flora*, 18, 181–203.

References

1. Kapelyush, N. V. (n.d.) Aerial pollution effects on the assimilative tissues performance of trees in the city of Zaporizhzhya. Retrieved from <http://web.znu.edu.ua/herald/issues/2012/bio-3-2012/111-115.pdf> – 22.09.2017 (in Ukrainian).
2. Petrovych, O. Z. (2014) Woodbelts in agricultural landscapes in the context of ecosystem services provisioning. *Ekosistemy; ikh optimizatsiya i okhrana [Ecosystems, their optimization and protection]*, 11, 42–49 (in Ukrainian).
3. Kasimov, V. D., Kasimov, D. V. (2015). Some approaches to the assessment of ecosystem functions (services) of forest plantations in the practice of nature management, Moscow: Mir nauki, 91. (in Russian).
4. Levon, F. M. (2003). Tree stands creation in the urban environment: requirements, limiting factors, and the ways of optimisation. *Naukovyi visnyk derzhavnogo lisotekhnichnogo*

universytetu Ukrayiny [State Forestry University of Ukraine], 13(5), 157–162 (in Ukrainian).

5. Minyaeva, O. (1975). Distribution of the mistletoe and its control (USA), Moscow : 'Nauka' Publ., 34. (in Russian).

6. Vasylenko, I. D., Filipova, L. M., Fuchylo, Ya. D. (2013). Fighting the mistletoe on the poplar trees in the greenery zone of the city of Bila Tserkva. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]*, 23(12), 31–38 (in Ukrainian)

7. Zhytovo, A. V. (2016) The state of field protection wood strips in the agrolandscapes of the South Kyiv region. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]*, 26(1), 12–18 (in Ukrainian)

8. The programme of protection of natural plant resources in Lviv region against pests for 2013-2014, approved by the Decision of the Regional Council of 20.06.2013 No.796. Retrieved from https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiQ47XA3u3XAhUDSJoKHRPeBCwQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Flada.gov.ua%2Fupload%2Fusers_files%2F27%2Fupload%2Fpr_zahyst_pr_res.pdf&usq=AOvVaw2VgoHOcZDI5fVj6GlGES3L – 17.11.2017 (in Ukrainian).

9. Dwarf mistletoes (n.d.). Retrieved from <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/miscellaneous/Pages/Dwarfmistletoes.aspx> – 25.11.2017.

10. Taran, N. Yu., Svetlova, N. B., Batsmanova L. M., Ulynets', V. Z., Ganchurin, V. V. (2008). Development biology of *Viscum album* L. and ecological monitoring of its distribution in urban forests. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal [Ukrainian Botanical Journal]*, 2, 242–251 (in Ukrainian).

11. Rybalka, I. O. (2016) Applied aspects of the ecological management of the White Mistletoe (*Viscum album* L.) populations in urban areas (following the example of the city of Kharkiv). *Biologichni studii [Studia Biologica]*, 3(4), 141–154 (in Ukrainian).

12. Guidelines on the urban forestry management in the settlements of Ukraine (of 10.04.2006). Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06/page2> – 25.11.2017 (in Ukrainian).

13. Ivchenko, A. I., Bozhok, O. P., Patsura, I. M., Kolyada, L. B., Bozhok, V. O. (2014). Features of the organization of effective control of the White Mistletoe

populations. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrayiny [National Forestry University of Ukraine]*, 24(5), 13–18 (in Ukrainian).

14. Rybalka, I. O. (2017). Guidelines on enhancement of environmental safety of urban forests under rapid development of the White Mistletoe populations, Kharkiv : O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 35. (in Ukrainian).

15. Garden pruning. The prise list on garden pruning and tree cuts in Kharkiv in 2017. Retrieved from <http://www.obrezka-sada.in.ua/price.html> – 25.11.2017 (in Russian).

16. Price list, prices from the 'Green Crown' Company (n.d.). Retrieved from <http://greencrona.com.ua/tseny.html> – 25.11.2017 (in Russian).

17. Rybalka, I. O., Vergeles Yu. I. (2017) Studying the White Mistletoe (*Viscum album* L.) on the biomass production of woody plants (following the example of the Cottonwood (*Populus deltoides* Moench.)). *Ekologichna bezpeka ta zbalansovane pryrodokorystuvannya [Environmental safety and sustainable resources management]*, 2, in print. (in Ukrainian)

18. Dendrologiya (n.d.). Retrieved from: http://dn.khnu.km.ua/dn/k_default.aspx?M=k1335&T=02_2&lng=1&st=0 – 25.11.2017 (in Ukrainian).

19. Stolberg, F. V. (2000). The Urban Environment: a textbook, Kyiv : 'Libra' Publ., 464 p. (in Russian).

20. Barannik, V. O., Vergeles, Yu. I., Rybalka I. O. (2010). The matrix model of forecasting the White Mistletoe's population dynamics in an urban landscape. *Komunal'ne hospodarstvo mist. Series 'Tekhnichni nauky I arkhitektura' [Kharkiv National Academy of Municipal Economy]*, 93, 392–396 (in Ukrainian).

21. Zuber, D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 18, 181–203.

Рецензент: к. е. н., доц. Н.В. Бібік, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна.

Автор: РИБАЛКА Інна Олександрівна
асистент

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

E-mail – Inna.Rybalka@gmail.com

ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8225-3041>

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGY OF PROTECTION OF GREEN PLANTINGS FROM THE INFLUENCE OF THE WHITE MISTLETOE (*VISCUM ALBUM* L.)

I. Rybalka

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*Green stands are an integral part of the modern city's cultural landscape. They provide for production, regulatory and socio-cultural ecosystem services. In Ukraine the White Mistletoe (*Viscum album* L.) is one of the major biotic factors that affect tree stand health and thus their function. (i.e. trees infested by the White Mistletoe show increased defoliation and dieback, reduced growth and productivity) as well as aesthetic appearance. The study aimed at economic evaluation of the cost-effective technology to protect urban tree stands against excessive development of the White Mistletoe. Two scenarios were generated to simulate monoculture tree stand development and management for 20 year period: (1) medium and (2) severe infestation by the mistletoe. The Cottonwood Tree (*Populus deltoides* Moench.) was selected as a model species. The optimal scenario implies regular mistletoe removal by tree pruning with simultaneous replacement of mature infested trees with saplings or young trees of species less sensitive to the mistletoe's attack. The ecosystem services reduction in the mistletoe's host trees was evaluated under both scenarios.*

Keywords: tree stands, the White Mistletoe, technology of protection of green plantings, ecosystem services.